

Rec'd PCT/PTO 14 MAR 2005

CT/JP03/11586

10/527728

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

10.09.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 2 年 9 月 1 3 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 2 - 2 6 8 9 6 6

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 6 8 9 6 6]

出 願 人
Applicant(s): 川 田 工 業 株 式 有 限 公 司

REC'D 30 OCT 2003

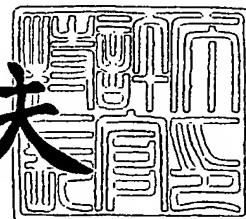
W.P.O. PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 0 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 PJ020267

【提出日】 平成14年 9月13日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B25J 5/00

【発明の名称】 歩行ロボットの衝撃吸収機構

【請求項の数】 2

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都北区滝野川 1 - 3 - 1 1 川田工業株式会社内

 【氏名】 太田 成彦

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都北区滝野川 1 - 3 - 1 1 川田工業株式会社内

 【氏名】 川崎 俊和

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都北区滝野川 1 - 3 - 1 1 川田工業株式会社内

 【氏名】 五十樓 隆勝

【特許出願人】

 【識別番号】 591210600

 【氏名又は名称】 川田工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100072051

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

 【識別番号】 100059258

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 074997

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803984

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 歩行ロボットの衝撃吸収機構

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数本の可動脚を具える歩行ロボットの前記各可動脚の先端の足部に設けられた衝撃吸収機構において、

前記可動脚の足部関節に結合された上部基板と、

前記上部基板の下側にてその上部基板に対向する下部基板と、

前記上部基板と前記下部基板との間に、前記上部基板に対し垂直方向に延在する所定軸線の周囲にて周方向に互いに等間隔に配設されて、各々前記上部基板に対する前記下部基板の弾性的変位を前記所定軸線の延在方向に関しては許容する一方前記所定軸線に対し直交する方向に関しては抑制しつつ、前記上部基板と前記下部基板とを弾性的に結合する、弾性に関し異方性を持った少なくとも 3 つの弾性部材と、

を具えることを特徴とする、歩行ロボットの衝撃吸収機構。

【請求項 2】 前記上部基板と前記下部基板との間に、前記所定軸線の周囲にて周方向に互いに等間隔に配設されて、前記上部基板に対する前記下部基板の振動を減衰させる、少なくとも 3 つの高減衰部材を具えることを特徴とする、請求項 1 記載の歩行ロボットの衝撃吸収機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、歩行ロボットの姿勢制御に用いられるコンプライアンス制御の安定性を向上させるための衝撃吸収機構に関するものである。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

従来、複数本の可動脚を具える歩行ロボットの歩行時においては、脚部リンク機構と地面や床面等の外部環境とが衝突するときの接地衝撃によって、脚部リンク機構もしくはそこに内蔵されたセンサ類等の精密機器が破損してしまうという問題があり、これを防ぐために、当該衝撃を吸収する、例えば低剛性のゴムブッ

シュ等を用いた衝撃吸収機構を該ロボットの可動脚の先端足部に具えるものがある。

【0003】

ところで、該可動脚の先端足部においては、地面や床面等との接触面を持つ、足裏に相当する下部基板と、足部関節に結合されて可動脚を含む上側のロボット構造を支持する上部基板との間に、その可動脚を具える歩行ロボットの歩行制御のための、特に二足歩行制御における足部関節に係るコンプライアンス制御に用いる六軸力センサが取り付けられている場合がある。

【0004】

そして二足歩行ロボットの歩行制御における足首関節のコンプライアンス制御では上記六軸力センサが、主に地面等との接触による下部基板からの反力をヨー軸方向（垂直方向）、ロール軸方向（前後方向）、ピッチ軸方向（左右方向）のそれぞれの力成分およびそれらの軸回りのモーメント成分として計測し、これらのパラメータに基づき、ロボット本体に内蔵されるCPU（中央処理ユニット）で演算を行い、可動脚の関節各部の制御を行っている。

【0005】

このとき、ゴムブッシュ等の衝撃吸収機構を構成する弾性部材を具える足部機構においては、六軸力センサで測定される力成分および軸回りのモーメントが、ヨー軸、ロール軸、ピッチ軸の各軸において弾性部材の弾性変位に起因する偏差を持っており、歩行制御上、ロボット本体に内蔵される上記CPUでの演算を複雑化させていた。

【0006】

この各軸方向の力成分および軸回りのモーメントの偏差を一定に保つことが歩行制御の簡略化に繋がることになり、そのためには、具体的には、足部構造の下部基板と上部基板との間に介設される衝撃吸収を目的とした弾性部材の弾性変位において、該基板間の変位に係る回転バネ定数を一定とし、該基板間の相対的な位置関係を維持させる変位に等方性を持たせることが望ましい。

【0007】

さらに詳しくは、ゴムブッシュ等の衝撃吸収機構による低剛性弾性変位が、下

部基板からの反力と上部基板からのロボットの自重を含む荷重とを吸収するべく垂直方向（ヨー軸方向）に関する低剛性弾性変位を許容しつつ、該垂直方向に対し直交する軸方向に関して高剛性を持つことで、下部基板と上部基板の歩行制御に不適切な軸方向への変位（ズレ）を規制する構造とすることが望ましい。

【0008】

しかしながら、可動脚を具える歩行ロボットにおいては、下部基板が、傾斜や不整地状態の地面等に接地すると、衝撃吸収機構を構成するゴムブッシュ等の弾性部材が各軸方向に関して変位量にバラツキのある不均一な弾性変位を起こしてしまうため、該弾性変位に係る回転バネ定数は一定とはならず、該基板間の相対的な位置関係を維持させる変位に等方性を得ることができない。

【0009】

また、可動脚を具える歩行ロボット、特に二足歩行ロボットの歩行時においては、遊脚（接地していない移動中の脚）の振り出しにより、支持脚（接地状態にあり、自重を含む荷重を支持している脚）にヨー軸周りのトルク（回転モーメント）が発生するため、支持脚を回転中心としたヨー軸周りの大きなスピンの力が働くことになり、衝撃吸収機構を構成するゴムブッシュ等の弾性部材においては、主にヨー軸周りに捩れによる弾性変位を起こしてしまうとともに、該ヨー軸方向に直交するロール軸周り（前後方向軸周り）やピッチ軸周り（左右方向軸周り）に関しても変位量にバラツキのある不均一な弾性変位を起こしてしまうことになるため、該基板間の相対的な位置関係を維持させる変位に等方性を得ることができず、歩行制御を複雑化させていた。

【0010】

このような変位量にバラツキを持った弾性部材の不均一な弾性変位を規制して足裏に相当する下部基板と上部基板との間の相対的な変位に等方性を持たせるためには、従来は、該弾性部材のヨー軸方向への弾性変位を許容しつつ、該ヨー軸方向に対し直交する軸方向に関して高剛性を持つプレート等の剛性部材を用いたガイド機構を具えることが不可欠であり、これによって下部基板と上部基板との間の、歩行制御に不適切な軸方向への変位（ズレ）を規制していた（例えば、特許文献1参照）。

【0011】

【特許文献1】

特開平11-033941号公報（段落番号〔0029〕、図1）

【0012】

しかしながら、このように剛性部材を用いたガイド機構を取付けると、足部機構の重量の増加につながり、歩行ロボットの可動脚において抑えるべき慣性モーメントを増加させてしまうことになるとともに、該剛性部材と弾性部材との接触により摩擦抵抗を発生させ、この摩擦抵抗が歩行制御に対し外乱となって作用してしまう、という問題があった。

【0013】

また、剛性部材を用いたガイド機構の設置付加によって足部機構が複雑化してしまい、歩行姿勢の状態によっては、ゴムブッシュ等の弾性部材の変位に伴って、該剛性部材が六軸力センサに対し物理的に干渉してその力センサを破損させてしまうという問題もあった。

【0014】

さらに、上記コンプライアンス制御において、六軸力センサは主に地面等との接触による下部基板からの反力を計測しているが、このとき、下部基板と地面等との接触衝撃を吸収する例えばゴムブッシュ等の衝撃吸収機構は、該接触衝撃を吸収するので、六軸力センサ等のセンサ機器および脚部リンク機構を含むロボットの関節構造を保護するには好適だが、その性質である低剛性弾性変位によって振動が発生することになって、その振動減衰期間中振動が残存してしまうため、六軸力センサに対し不適切な振動を与えてしまうことになり、結果的に、この振動が歩行制御に対し外乱となって作用してしまうという問題もあった。

【0015】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

この発明は、上記課題を有利に解決した機構を提供することを目的とするものであり、この発明の歩行ロボットの衝撃吸収機構は、複数本の可動脚を具える歩行ロボットの前記各可動脚の先端の足部に設けられた衝撃吸収機構において、前記可動脚の足部関節に結合された上部基板と、前記上部基板の下側にてその上部

基板に対向する下部基板と、前記上部基板と前記下部基板との間に、前記上部基板に対し垂直方向に延在する所定軸線の周囲にて周方向に互いに等間隔に配設されて、各々前記上部基板に対する前記下部基板の弾性的変位を前記所定軸線の延在方向に関しては許容する一方前記所定軸線に対し直交する方向に関しては抑制しつつ、前記上部基板と前記下部基板とを弾性的に結合する、弾性に関し異方性を持った少なくとも3つの弾性部材と、を具えることを特徴としている。

【0016】

かかる構成により、足部に係る各軸方向の力成分及びその軸周りのモーメントの偏差を一定に保つことができ、具体的には、足部における、足裏に相当する下部基板と上部基板との間に配置された弾性部材にとり、これらの基板間の相対的な変位に係る回転バネ定数を一定としつつ、これらの基板間の相対的な位置関係を維持させる変位に等方性を持たせることができるので、歩行制御に係るCPUの演算を簡略化することができる。

【0017】

ここで、上部基板に対し垂直方向に延在する所定軸線（ヨー軸）周りの回転のみを規制するのであれば、下部基板と上部基板との間に2つの弾性部材を配置すれば足りるが、弾性部材を2つとした場合には、上記所定軸線（ヨー軸）に直交するとともに互いに直交する二本の軸線（ロール軸、ピッチ軸）のうち一方の軸線周りの回転を規制し得ない。これに対し本発明では、所定軸線（ヨー軸）の周囲にて周方向に互いに等間隔に少なくとも3つの弾性部材を配置したので、上部基板に対する下部基板の上記所定軸線（ヨー軸）の延在方向の弾性的変位は許容しつつ、上部基板に対する下部基板の上記所定軸線（ヨー軸）に直交する軸線周りの回転を、その所定軸線（ヨー軸）に直交するとともに互いに直交する二本の軸線（ロール軸およびピッチ軸）に対して同等に規制することができる。

【0018】

また、従来の足部の下部基板と上部基板との間の衝撃吸収機構に不可欠であったプレート等の剛性部材を用いたガイド機構を用いず、弾性部材のみの構成とすることができるため、非常に簡易な構成によって歩行制御に好適な衝撃吸収機構を実現することができ、これにより、剛性部材の物理的な干渉による摩擦抵抗に

よる外乱や六軸力センサの破損等を防ぐことができる。

【0019】

さらに、剛性部材を用いたガイド機構を必要としないので足部の重量が軽減されることになり、可動脚の振り出しにかかる慣性モーメントを低減することができるため、可動脚の各関節にかかる負荷を低減し得て、歩行ロボットの歩行速度の向上や迅速な姿勢維持／回復等をもたらすことができる。

【0020】

なお、この発明の歩行ロボットの衝撃吸収機構においては、前記上部基板と前記下部基板との間に、前記所定軸線の周囲にて周方向に互いに等間隔に配設されて、前記上部基板に対する前記下部基板の振動を減衰させる、少なくとも3つの高減衰部材を具備していても良く、このようにすれば、足部の衝撃吸収機構に起因する振動を短期間で効果的に減衰することができるので、歩行制御に不適切な振動を抑えることができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下に、この発明の実施の形態を実施例によって、図面に基づき詳細に説明する。ここに、図1は、この発明の歩行ロボットの衝撃吸収機構の一実施例を透視状態で、ロボットの他の部分とともに示す斜視図、図2は、その実施例の衝撃吸収機構を具える足部を、ロボットの可動脚および足部関節とともに示す分解斜視図、図3(a)、(b)は、上記実施例の衝撃吸収機構を示す平面図および側面図、図4は、図3(b)のA-A線に沿う断面図、図5は、図3(a)のB-B線に沿う断面図、図6は、図3(a)のC-C線に沿う断面図、図7は、上記実施例の衝撃吸収機構の作動状況を示す説明図である。

【0022】

図中符号1は二足歩行ロボット、2はそのロボットの可動脚、3はその可動脚2の脛部、4はその脛部の先端（下端）に設けられた足部関節、5はその足部関節4に結合されてその足部関節4の作動により脛部3に対しヨー軸YA、ロール軸RAおよびピッチ軸PA周りにそれぞれ回動される足部を示し、4a～4cはその足部関節4のカバーである。ここにおける足部5は、足部関節4に結合され

た上部基板 5 a と、上部基板 5 a の下側にてその上部基板 5 a に対向する下部基板 5 b と、上部カバー 5 c と、下部カバー 5 d とを具えており、上記ヨー軸 Y A は、上部基板 5 a の中心を通して上部基板 5 a に垂直に延在し、上記ロール軸 R A およびピッチ軸 P A は、ヨー軸 Y A に直交して可動脚 2 の前後方向および左右方向へそれぞれ延在している。

【0023】

かかる足部 5 に設けられたこの実施例の衝撃吸収機構は、上部基板 5 a および下部基板 5 b に加えて、それら上部基板 5 a と下部基板 5 b との間に、上部基板 5 a に対し垂直方向に延在するヨー軸 Y A の周囲にて周方向に 120 度ずつ離間して互いに等間隔に配設されて、各々上部基板 5 a に対する下部基板 5 b の弾性的変位をヨー軸 Y A の延在方向に関しては許容する一方そのヨー軸 Y A に対し直交する上記ロール軸 R A およびピッチ軸 P A の延在方向に関しては抑制しつつ、上部基板 5 a と下部基板 5 b とを弾性的に結合する、弾性に関し異方性を持った 3 つの弾性部材 6 (例えば、NOK 株式会社の製品名「ウルトラブッシュ」) を具えている。

【0024】

3 つの弾性部材 6 は各々、図 5 に示すように外筒 6 a および内筒 6 b と、それら外筒 6 a および内筒 6 b の間に介挿されてそれらに加硫接着されたゴム状弾性体 6 c とを有していわゆるラバーマウント状をなしていて、径方向に硬く、軸方向および捩じり方向には柔らかいものとなっている。ここでは外筒 6 a が下部基板 5 b に嵌着固定されるとともに、内筒 6 b が上部基板 5 a にボルト固定されている。

【0025】

さらにこの実施例の衝撃吸収機構は、図 6 に示すように、上部基板 5 a と下部基板 5 b との間に、ヨー軸 Y A の周囲にて周方向に互いに 120 度ずつ離間して等間隔に配設されて弾性部材 6 と隣り合い、上部基板 5 a に対する下部基板 5 b の振動を減衰させる 3 つの高減衰部材 7 (例えば、NOK 株式会社の製品名「ハイダンピングラバー」) を具えており、3 つの高減衰部材 7 は各々、下方にネジ軸が突出した円盤状の座板 7 a と、その座板 7 a 上加硫接着された円柱状のゴ

ム状弾性体 7 b とを有し、この高減衰部材 7 のゴム状弾性体 7 b は、弾性部材 6 のゴム状弾性体 6 c よりも低い弾性率と高い粘弾性を持っており、ここでは座板 7 a が下部基板 5 b に螺着固定されるとともに、ゴム状弾性体 7 b が上部基板 5 a にボルト固定されている。

【0026】

この実施例の衝撃吸収機構によれば、足部 5 に係るヨー軸 Y A、ロール軸 R A およびピッチ軸 P A の各軸の延在方向の力成分及びそれら軸周りのモーメントの偏差を一定に保つことができ、具体的には、足部 5 における、足裏に相当する下部基板 5 b と上部基板 5 a との間に配置された弾性部材 6 により、これらの基板間 5 a, 5 b の相対的な変位に係る回転バネ定数を一定としつつ、これらの基板間 5 a, 5 b の相対的な位置関係を維持させる変位に等方性を持たせることができるので、歩行制御に係る CPU の演算を簡略化することができる。

【0027】

すなわち、この実施例では、ヨー軸 Y A の周囲にて周方向に互いに等間隔に 3 つの弾性部材 6 を配置したので、上部基板 5 a に対する下部基板 5 b のヨー軸 Y A の延在方向の弾性的変位は許容しつつ、上部基板 5 a に対する下部基板 5 b のヨー軸 Y A に直交する軸線周りの回転を、そのヨー軸 Y A に直交するとともに互いに直交するロール軸 R A およびピッチ軸 P A に対して同等に規制することができる。

【0028】

また、従来の足部の下部基板と上部基板との間の衝撃吸収機構に不可欠であったプレート等の剛性部材を用いたガイド機構を用いず、弾性部材 6 および高減衰部材 7 のみの構成とすることができるため、非常に簡易な構成によって歩行制御に好適な衝撃吸収機構を実現することができ、これにより、剛性部材の物理的な干渉による摩擦抵抗による外乱や六軸力センサの破損等を防ぐことができる。

【0029】

さらに、剛性部材を用いたガイド機構を必要としないので足部 5 の重量が軽減されることになり、可動脚 2 の振り出しにかかる慣性モーメントを低減することができるため、可動脚 2 の各関節にかかる負荷を低減し得て、歩行ロボット 1 の

歩行速度の向上や迅速な姿勢維持／回復等をもたらすことができる。

【0030】

さらに、上部基板 5 a と下部基板 5 b との間に、ヨー軸 Y A の周囲にて周方向に互いに等間隔に配設されて上部基板 5 a に対する下部基板 5 b の振動を減衰させる 3 つの高減衰部材 7 を具えているため、足部 5 の衝撃吸収機構に起因する振動を短期間で効果的に減衰することができるので、歩行制御に不適切な振動を抑えることができる。

【0031】

以上、図示例に基づき説明したが、この発明は上述の例に限定されるものでなく、例えば、特許請求の範囲の記載の範囲内で、弾性部材 6 や高減衰部材 7 の構成や数を変更することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の歩行ロボットの衝撃吸収機構の一実施例を透視状態で、ロボットの他の部分とともに示す斜視図である。

【図 2】 上記実施例の衝撃吸収機構を具える足部を、ロボットの可動脚および足部関節とともに示す分解斜視図である。

【図 3】 (a), (b) は、上記実施例の衝撃吸収機構を示す平面図および側面図である。

【図 4】 図 3 (b) の A-A 線に沿う断面図である。

【図 5】 図 3 (a) の B-B 線に沿う断面図である。

【図 6】 図 3 (a) の C-C 線に沿う断面図である。

【図 7】 上記実施例の衝撃吸収機構の作動状況を示す説明図である。

【符号の説明】

- 1 二足歩行ロボット
- 2 可動脚
- 3 脛部
- 4 足部関節
- 5 足部
- 5 a 上部基板

5 b 下部基板

6 弾性部材

7 高減衰部材

Y A ヨー軸

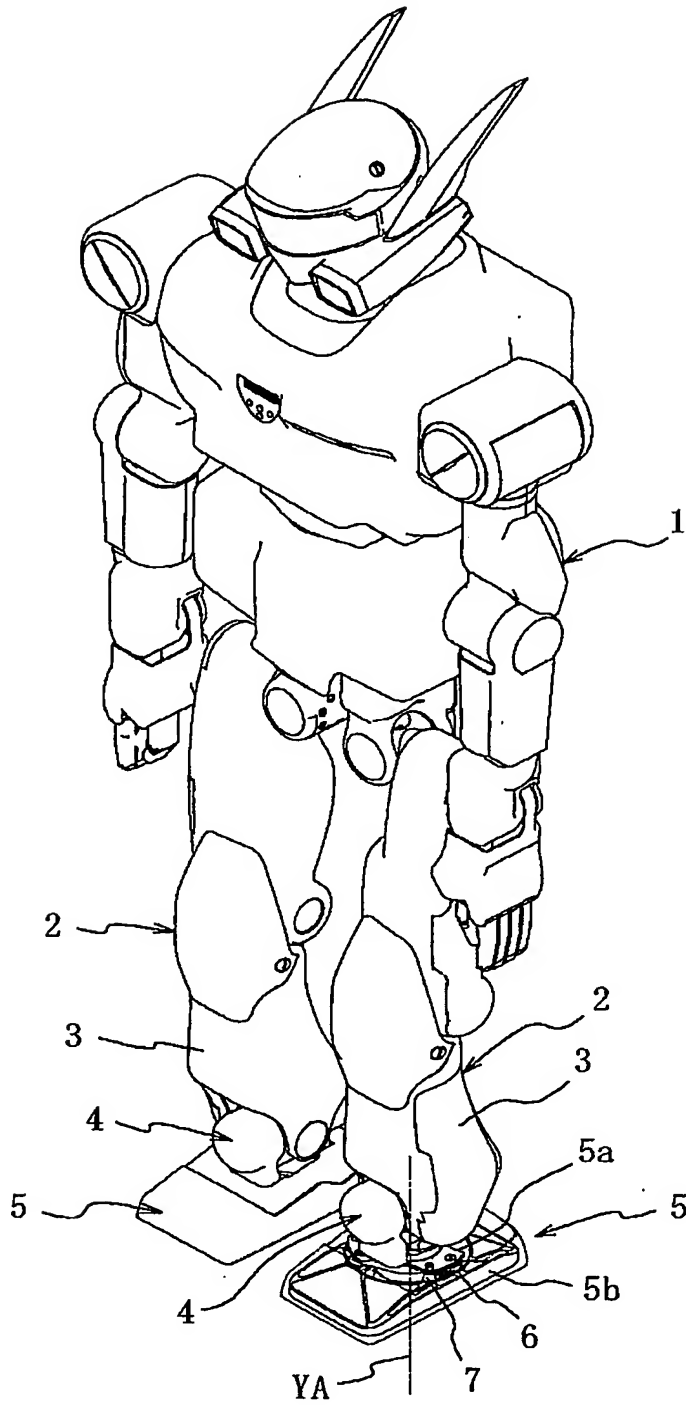
R A ロール軸

P A ピッチ軸

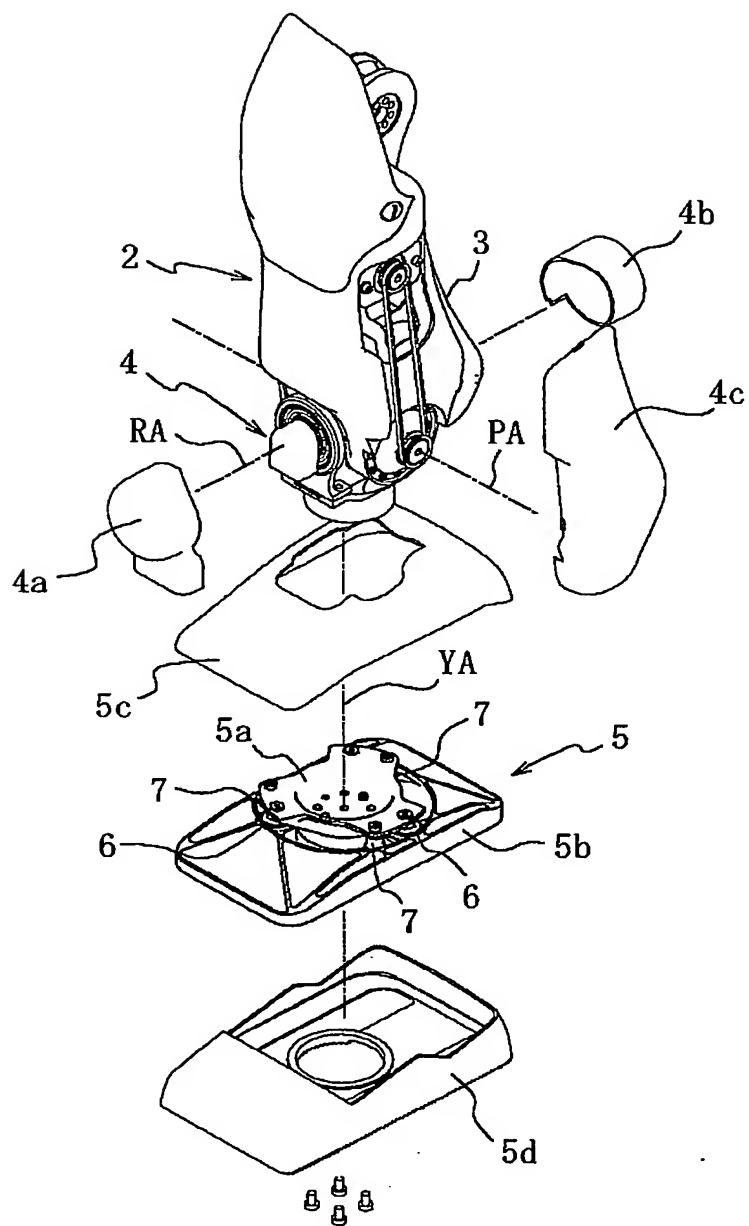
【書類名】

図面

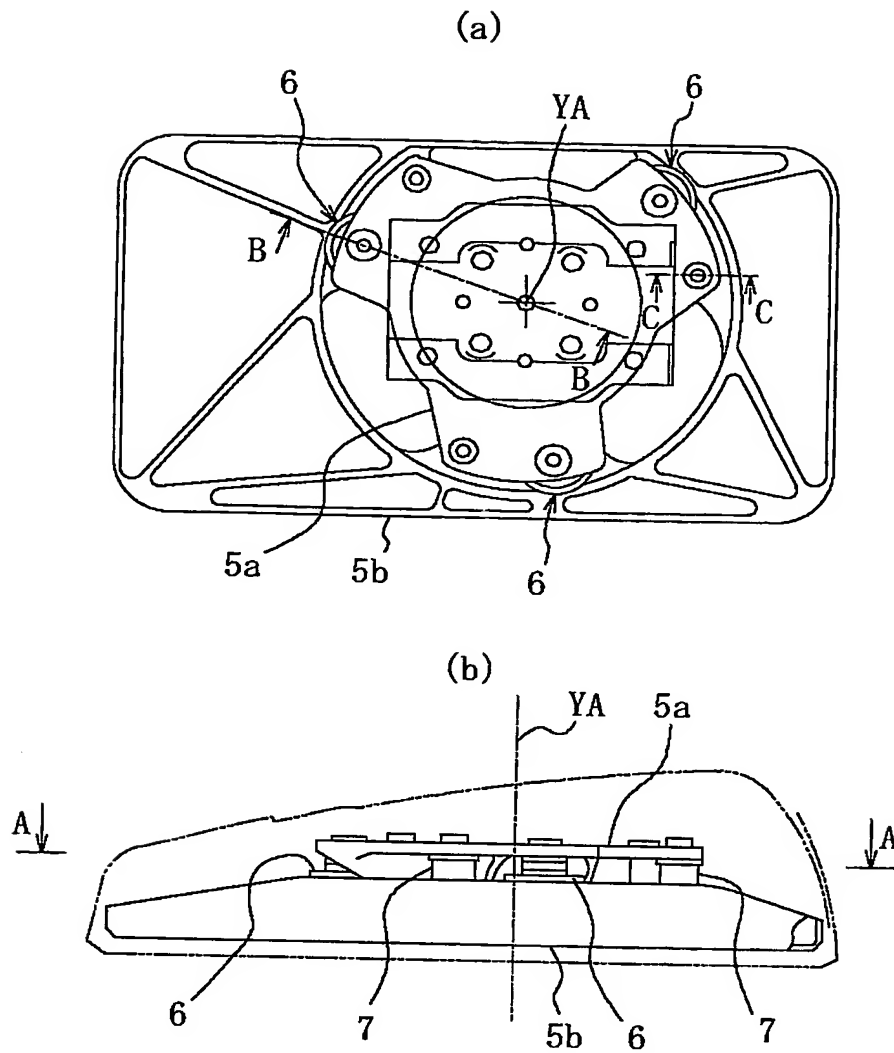
【図 1】



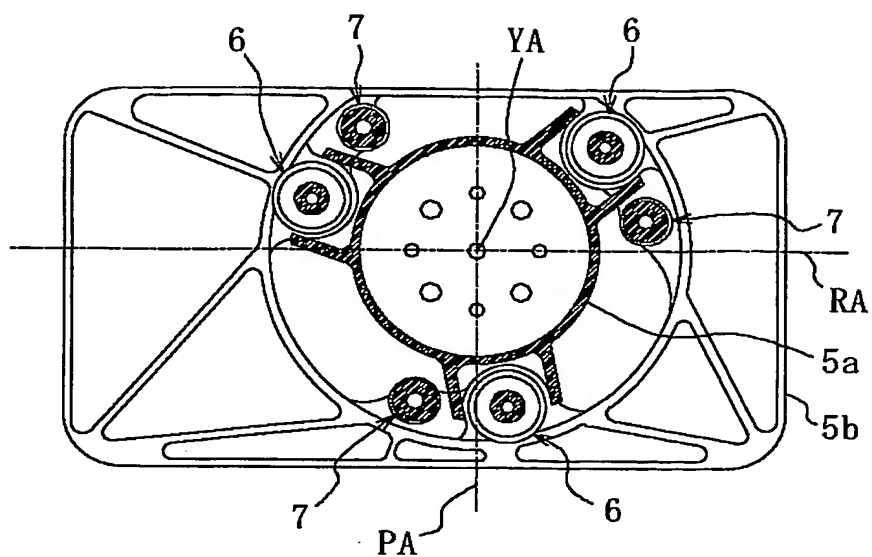
【図 2】



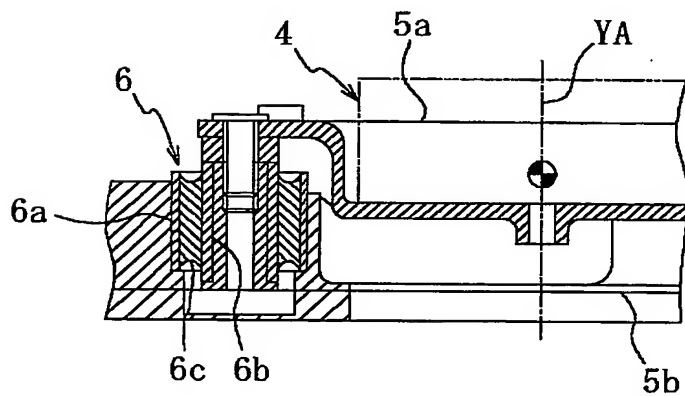
【図 3】



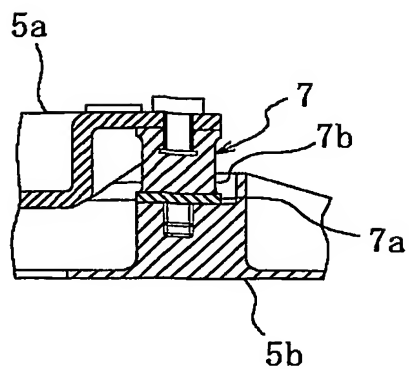
【図 4】



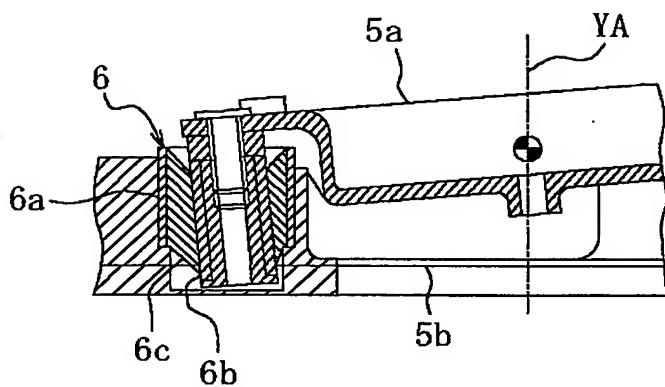
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 歩行制御に係るCPUの演算を簡略化するとともに剛性部材の物理的な干渉による摩擦抵抗による外乱や六軸力センサの破損等を防ぐことにある。

【解決手段】 2本の可動脚2を具える二足歩行ロボット1の各可動脚2の先端の足部5に設けられた衝撃吸収機構において、可動脚2の足部関節4に結合された上部基板5aと、その上部基板の下側にてその上部基板に対向する下部基板5bと、それら上部基板5aと下部基板5bとの間に、上部基板5aに対し垂直方向に延在するヨー軸YAの周囲にて周方向に互いに等間隔に配設されて、各々上部基板5aに対する下部基板5bの弾性的変位をヨー軸YAの延在方向に関しては許容する一方そのヨー軸YAに対し直交する方向に関しては抑制しつつ、上部基板5aと下部基板5bとを弾性的に結合する、弾性に関し異方性を持った3つの弾性部材6と、を具えることを特徴とするものである。

【選択図】

図1

特願 2002-268966

出願人履歴情報

識別番号

[591210600]

1. 変更年月日
[変更理由]

住 所
氏 名

1991年 8月30日

新規登録

富山県東砺波郡福野町苗島4610番地
川田工業株式会社